

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-162327

(43)Date of publication of application : 19.06.1998

(51)Int.CI. G11B 5/39

(21)Application number : 09-277705 (71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP &lt;IBM&gt;

(22)Date of filing : 09.10.1997 (72)Inventor : ROBERT EDWARD FONTANA JR  
STUART STEPHAN PAPPWARTH PERKIN

(30)Priority

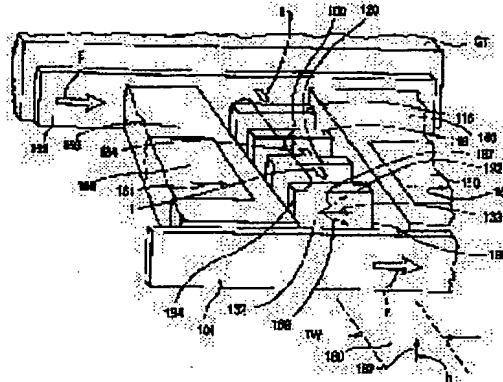
Priority number : 96 757422 Priority date : 27.11.1996 Priority country : US

## (54) MAGNETIC TUNNEL JOINING DEVICE AND MAGNETIC RELUCTANCE READING HEAD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic tunnel joining(MTJ) device which can function as a magnetic reluctance(MR) reading head linearly responding to a magnetic field from a recording medium.

SOLUTION: The MTJ device is constituted of an antiferromagnetic layer 116, a fixed ferromagnetic layer 118 which is exchange-biased with the antiferromagnetic layer so that a magnetic moment cannot rotate even in the presence of an applied magnetic field 182, an insulating tunnel barrier layer 120 being in contact with the fixed ferromagnetic layer and a detection ferromagnetic layer 132 having the magnetic moment which is freely rotatable in the presence of the applied magnetic field. Respective layers are rectangular shapes having parallel flank edges and the magnetic moment of the detection ferromagnetic layer 132 is bised in a longitudinal direction by a bias ferromagnetic layer 150 magnetostatically connected therewith in the absence of the applied magnetic field. An insulating layer 160 prevents shunt of a detection current and magnetostatically connects the bias ferromagnetic layer with the detection ferromagnetic layer without exerting adverse influence on the resistance of the MTJ MR head.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-162327

(43)公開日 平成10年(1998)6月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 11 B 5/39

識別記号

F I

G 11 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平9-277705

(22)出願日 平成9年(1997)10月9日

(31)優先権主張番号 08/757422

(32)優先日 1996年11月27日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク(番地なし)

(72)発明者 ロバート・エドワード・フォンタナ、ジュニア

アメリカ合衆国95120、カリフォルニア州、  
サンノゼ、ノースリッジ・ドライブ 6596

(74)代理人 弁理士 坂口 博(外1名)

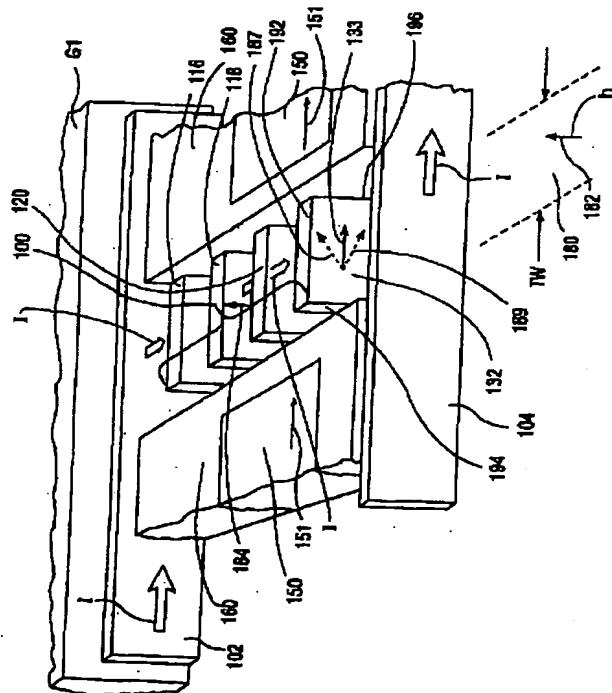
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気トンネル接合装置及び磁気抵抗読み取りヘッド

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 記録媒体からの磁界に直線的に応答する磁気抵抗(MR)読み取りヘッドとして機能できる磁気トンネル接合(MTJ)装置の提供。

【解決手段】 MTJ装置は、反強磁性層116と、印加磁界182の存在でも磁気モーメントが回転できないように反強磁性層と交換バイアスした固定強磁性層118と、固定強磁性層に接する絶縁トンネル障壁層120と、印加磁界の存在で回転自由な磁気モーメントを有する検出強磁性層132からなる。各々の層は平行な側面エッジを有する矩形形状であり、検出強磁性層の磁気モーメントは静磁気学的に接続したバイアス強磁性層150により印加磁界の不存在下で長手方向にバイアスされる。絶縁層160は、検出電流の分流を防止し、MTJ MRヘッドの抵抗に悪影響を与えずに、バイアス強磁性層と検出強磁性層を静磁結合する



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】内蔵の電気抵抗の変化を検出する検出回路に接続するための磁気トンネル接合装置において、基板と、

上記基板上に形成した第一導電リードと、

上記第一導電リード上に形成し、印加磁界の存在なしで望ましい方向に固定した磁気モーメントを有する固定強磁性層と、その固定強磁性層に接した絶縁トンネル障壁層と、その絶縁トンネル障壁層に接し、ほぼ矩形形状をして2つの反対側のエッジを有する検出強磁性層とを有する、上記第一リード上に形成した磁気トンネル接合スタックと、

上記時期トンネル接合スタックに接触し、かつ該スタック上に形成した第二導電リードと、

上記検出強磁性層の側面エッジから離され、上記スタックの対向する側面上の上記基板上に形成したバイアス強磁性層であり、印加磁界の存在なしで該バイアス強磁性層のモーメントとほぼ同じ方向に上記検出強磁性層の磁気モーメントをバイアスするための磁気モーメントを有する、バイアス強磁性層と、

上記バイアス強磁性層と上記検出強磁性層を、該検出強磁性層の側面エッジで互いに接触状態から分離する電気絶縁層とを有し、

よって、上記複数の導電リードを上記検出回路に接続させると、上記スタックの層を直交して電流が流れるための電気抵抗が上記固定および検出強磁性層の相対的磁気モーメントにより決定され、また検出電流は上記絶縁層によって上記バイアス強磁性層に分流するのを防止されることを特徴とする、磁気トンネル接合装置。

【請求項2】上記固定および検出強磁性層の磁気モーメントは印加磁界の存在なしで互いにほぼ平行あるいは逆平行に配向されたことを特徴とする、請求項1に記載の磁気トンネル接合装置。

【請求項3】上記固定および検出強磁性層の磁気モーメントは印加磁界の存在なしで互いに直角に配向されたことを特徴とする、請求項1に記載の磁気トンネル接合装置。

【請求項4】上記絶縁層も上記複数のリードの少なくとも1つから上記バイアス強磁性層を電気絶縁することを特徴とする、請求項1に記載の磁気トンネル接合装置。

【請求項5】上記第一導電リードは底面リードであり、上記磁気トンネル接合スタックは上記固定強磁性層が上記第一導電リードに電気的に接続するように上記基板上に形成され、また、上記第二導電リードは上面リードであり、上記検出強磁性層と電気的に接していることを特徴とする、請求項1に記載の磁気トンネル接合装置。

【請求項6】上記第一導電リードは底面リードであり、上記磁気トンネル接合スタックは上記検出強磁性層が上記第一導電リードに電気的に接続するように上記基板上に形成され、また、上記第二導電リードは上面リードで

あり、上記固定強磁性層と電気的に接していることを特徴とする、請求項1に記載の磁気トンネル接合装置。

【請求項7】上記スタックの全ての層は、隣接する側面エッジとほぼ同じ矩形形状を有することを特徴とする、請求項1に記載の磁気トンネル接合装置。

【請求項8】上記磁気トンネル接合スタックは、界面交換結合により上記望ましい方向に上記固定強磁性層の磁気モーメントを固定するための固定強磁性層と接する反強磁性層をさらに有することを特徴とする、請求項1に記載の磁気トンネル接合装置。

【請求項9】媒体に磁気的に記録されたデータを検出するための磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッドにおいて、基板と、

上記基板上に形成した固定強磁性層を有し、該固定強磁性層の磁化方向は上記媒体からの印加磁界の存在下で回転をほぼ防止されるような望ましい方向に固定された、第一電極と、

印加磁界の存在がない固定強磁性層の磁化方向にほぼ直角の方向に配向され、上記媒体からの印加磁界の存在下で回転自在となる磁化方向を有する検出強磁性層を有する第二電極と、

上記固定および検出強磁性層にほぼ直角の方向にトンネル電流を流すことを可能とする、上記固定および検出強磁性層間に設けた絶縁トンネル障壁層と、

印加磁界の存在なしで上記固定強磁性層の磁化方向とほぼ直角に上記検出強磁性層の磁化方向を長手方向にバイアスするためのバイアス強磁性層と、

上記検出層から上記バイアス層を電気的に絶縁するための、上記バイアス強磁性層と検出強磁性層の間に設けた電気絶縁層と、

上記絶縁層により上記バイアス層から電気的に絶縁され、上記各々の電極に接続された、一対の導電リードとを有し、

検出電流が上記電極間を通過すると、該電流は上記バイアス層を通過することなく上記絶縁トンネル障壁層をほぼ直交に通ることを特徴とする、磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッド。

【請求項10】界面交換結合により上記固定強磁性層の磁化方向を固定するため、上記固定強磁性層と接する反強磁性層をさらに有することを特徴とする、請求項9に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッド。

【請求項11】上記導電リードの一方を上記基板上に形成し、かつ、上記反強磁性層を上記基板と上記固定強磁性層間に形成し、上記固定強磁性層は上記反強磁性層上に接觸して形成し、それにより上記固定強磁性層の磁化方向は上記反強磁性層との界面交換結合により固定されることを特徴とする、請求項9に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッド。

【請求項12】上記導電リードの一方を上記基板上に形

成し、かつ、上記第二電極を該導電リードの一方上に形成し、上記基板と上記絶縁トンネル障壁層の間に設けたことを特徴とする、請求項9に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読取りヘッド。

【請求項13】上記検出強磁性層は、上記媒体に向けて配向した検出エッジと、該検出エッジにほぼ平行で上記媒体から離した背面エッジと、2つのほぼ直交する側面エッジを有するほぼ矩形の周辺を持っており、また、上記バイアス強磁性層は上記2つの側面エッジに隣接し、上記絶縁層により該側面エッジから分けられており、それにより検出強磁性層の磁化方向は上記検出エッジにほぼ平行な方向に長手にバイアスされることを特徴とする、請求項9に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読取りヘッド。

【請求項14】上記固定強磁性層、上記トンネル障壁層、上記検出強磁性層は、該固定強磁性層とトンネル障壁層が該検出強磁性層の矩形エッジとほぼ同一面のエッジを有する層のスタックとして形成され、また、上記絶縁層は該スタックを上記バイアス強磁性層と導電リードから電気的に絶縁することを特徴とする、請求項11に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読取りヘッド。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気トンネル接合(MTJ)装置に関し、特に、磁気的に記録したデータを読み取るための磁気抵抗(MR)ヘッドとして使用するMTJ装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】磁気トンネル接合(MTJ)装置は、薄い絶縁トンネル障壁層によって分離された2枚の強磁性層から成り、またスピン分極電子トンネル現象に基づいている。強磁性層の一方は、通常、他方の強磁性層よりも高い保磁力を有するので、加えられた磁界の一方において高い飽和磁界を有する。絶縁トンネル障壁層は2枚の強磁性層間で量子力学的トンネル現象が起きるように充分薄い。トンネル現象は電子スピンに依存しており、MTJの磁気レスポンスを2枚の強磁性層の相対的な配向方向とスピン分極の関数とする。

【0003】MTJ装置は、当初、固体メモリ用のメモリ・セルとして提示されていた。MTJメモリ・セルの状態は、一方の強磁性層から他方の強磁性層へとMTJを直交して検出電流を通過させる際のMTJの抵抗を測定することにより決定させる。絶縁トンネル障壁層を通る電荷担体のトンネル現象の確率は、2枚の強磁性層の磁気モーメント(磁化方向)の相対的アライメントに依存している。トンネル電流はスピン分極される。つまり、強磁性層の一方(例えば、磁気モーメントが固定されているか、回転を防止されている層)から流れる電流は1つのスピン・タイプ(強磁性層の磁気モーメントの配向方向により、スピン・アップあるいはスピン・ダウ

ン)の電子から優勢的に構成されている。トンネル電流のスピン分極の程度は、トンネル障壁層と強磁性層の界面にある強磁性層を有する磁気材料の電子バンド構造によって決まる。従って、第一の強磁性層はスピン・フィルタとして作用する。電荷担体のトンネル現象の確率は、第二の強磁性層の電流のスピン分極と同じスピン分極の電子状態の有効性に依存する。通常、第二強磁性層の磁気モーメントが第一強磁性層の磁気モーメントに平行の時、第二強磁性層の磁気モーメントが第一強磁性層の磁気モーメントに非平行に配列されている時よりも有効な電子状態が多くある。従って、電荷担体のトンネル現象の確率は、両方の層の磁気モーメントが平行の時に最高となり、非平行の時に最低となる。そのモーメントが平行でも非平行でもない時、トンネル現象の確率は中間値を取る。従って、MTJメモリ・セルの電気抵抗は両強磁性層の電流のスピン分極と電子状態の両方に依る。つまり、磁化方向が固有に固定されていない強磁性層の可能性がある二つの磁化方向がメモリ・セルの二つの可能性があるビット状態(0あるいは1)を定義する。MTJメモリ・セルの可能性は以前は知られていたが、実用的な構造において、また非極低温下での予期した程度の応答性を得ることが困難なので、大きな関心は失われてしまった。

【0004】磁気抵抗(MR)センサは、読み取り素子によって磁束の強度および方向を検出する機能があるので、読み取り素子の抵抗変化を介して磁界信号を検出する。磁気記録ディスク・ドライブにおいてデータを読み取るためのMR読み取りヘッドとして使用される例のように、従来のMRセンサは大半の磁気材料(通常、パマロイNi<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub>)の異方性磁気抵抗(AMR)効果に基づいて作用する。読み取り素子抵抗の成分は、読み取り素子の磁化方向と読み取り素子を流れる検出電流の方向との角度のコサインの二乗に比例して変化する。記録データはディスク・ドライブ内のディスクのような磁気媒体から読み取ることが可能である。すなわち、記録磁気媒体(信号フィールド)からの外部磁界が読み取り素子内の磁化方向の変化を生みだし、それが読み取り素子の抵抗の変化および検出電流あるいは検出電圧の対応した変化を生み出す。

【0005】MR読み取りヘッドとしてMTJ装置を使用することも米国特許第5,390,061号に記載されているように提案されている。しかし、こうしたMR読み取りヘッドによる問題の一つは、記録媒体からの磁界強度に対して安定で、かつ直線的である出力信号を生成する構造の開発にある。MTJ装置の強磁性検出層(つまり、モーメントが固定されてない強磁性層)を維持するために何らかの手段が使われてないなら、磁気ドメインのドメイン壁は強磁性検出層内で位置をずらすことになり、その結果、ノイズを発生し、S/N(信号対ノイズ)比を低下させ、また、ヘッドの再生不能な応答のもとになる。へ

ドの直線的な応答が必要であり、単一の磁気ドメイン状態を維持する問題は特に、MTJ MR読取りヘッドの場合に難しい。すなわち、AMRセンサとは違って、その検出電流は強磁性層およびトンネル障壁層を直交して通過するので、強磁性層のエッジと直接接触する金属材料は読取りヘッドの電気抵抗を短絡することになる。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記問題に鑑み、記録媒体からの磁界に直線的に応答するMTJ MR読取りヘッドとして機能することのできる、安定で直線的な出力を有するMTJ装置を提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明によるMTJ装置は、1個の固定強磁性層と、トンネル障壁層の反対側に1個の検出磁気層と、該検知強磁性層から電気的に絶縁され、一方、該検知強磁性層に静磁気学的に接続させられた硬質なバイアス強磁性層とを有する。MTJ装置の磁気トンネル接合は基板上の導電リード上で形成され、複数の層のスタックで作られている。そのスタックは、反強磁性層と、印加磁界の存在で磁気モーメントが回転できないように反強磁性層と交換バイアスされた固定強磁性層と、該固定強磁性層に接する絶縁トンネル障壁層と、該トンネル障壁層と接し、その磁気モーメントは印加磁界の存在で回転自由な検出強磁性層とを有する。スタックは複数の層が隣接するエッジを有するように概ね平行な側面エッジを有する矩形形状とする。硬質バイアス強磁性材料の層は検出強磁性層の側面エッジに近接して、かつ間隔を取って設けられ、印加磁界の不在下で望ましい方向に検出強磁性層の磁気モーメントを長手方向にバイアスする。電気絶縁物質の層は、検出電流が硬質バイアス材料に対して分流を作らないで、かつ磁気トンネル接合スタックの複数の層を直交して流れることが可能となるように、硬質バイアス材料を導電リードおよび検出強磁性層から絶縁する。

#### 【0008】

##### 【発明の実施の形態】

従来技術：本発明のMTJ装置は磁気記録ディスク・ドライブのMRセンサとして実施したものを下記に説明するが、本発明はメモリ・セルのような他のMTJの用途、および磁気テープ記録システムのような他の磁気記録システムにも応用可能である。

【0009】図1では、MRセンサを使用したタイプの従来技術によるディスク・ドライブの概略断面図を示している。このディスク・ドライブは、ディスク・ドライブ・モータ12とアクチュエータ14を取り付けるベース10と、カバー11を有する。ベース10とカバー11は、このディスク・ドライブにほぼ密閉状態にあるハウジングを提供する。通常、ベース10とカバー11間に

にガスケット13、およびこのディスク・ドライブの内側と外気との圧力を同じにするための小さな呼吸孔（図示せず）を設けてある。磁気記録ディスク16をディスク・ドライブ・モータ12にハブ18により接続させてあり、モータ12による回転の際にディスクはハブに固定する。薄い潤滑フィルム50がディスク16の表面上に設けられている。読み書きヘッドあるいはトランステューサ25がエア・ペアリング・スライダ20のようなキャリヤの追跡端部に形成する。このトランステューサ25は、図3に関して説明するように、誘導書き込みヘッド部とMR読取りヘッド部から成る読み書きヘッドである。スライダ20は剛性の高いアーム22とサスペンション24によりアクチュエータ14に接続する。サスペンション24はスライダ20を記録ディスク16の表面上に向ける附勢力を提供する。ディスク・ドライブの作動中は、ドライブ・モータ12は一定速度でディスク16を回転し、またアクチュエータ14は通常、リニアあるいはロータリのボイス・コイル・モータ（VCM）で、スライダ20をディスク16の表面を半径方向に横切るように移動させる。これにより読み書きヘッド25はディスク16の異なったデータ・トラックにアクセスできる。

【0010】図2はカバー11を取り除いたディスク・ドライブの内部を示す平面図であり、ディスク16方向へスライダ20を向ける力を生み出すサスペンション24の詳細を示している。サスペンションは、IBM社の米国特許第4,167,765号に示された公知のWatrousサスペンションのような従来のタイプのサスペンションが可能である。このタイプのサスペンションも、スライダがエア・ペアリング上に乗るとスライダを縦搖れおよび横搖れ可能にするスライダのジンバル支持を提供する。トランステューサ25によるディスク16から検出したデータはアーム22に設けた集積回路チップ15内の信号増幅および処理回路により処理され、データ読み出し信号になる。トランステューサ25からの信号はフレックス・ケーブル17経由でチップ15へ移動し、チップはその出力信号をケーブル19経由でディスク・ドライブ電子部品（図示せず）へ送る。

【0011】図3は誘導書き込みヘッド部およびMR読取りヘッド部を有する読み書きヘッド25の縦断面図である。ヘッド25はエア・ペアリング表面（ABS）を形成するためにラップ仕上げされ、ABSは上記したようにエア・ペアリングにより回転ディスク16（図1）の表面から間隔を維持する。読み取りヘッドは、第一間隙層G1と第二間隙層G2間に挟まれたMRセンサ40を有し、その第一、第二間隙層G1、G2も第一遮蔽層S1と第二遮蔽層S2間に挟まれている。従来のディスク・ドライブでは、MRセンサ40はAMR（異方性磁気抵抗）センサである。書き込みヘッドはコイル層Cと絶縁層I2を有し、それらは絶縁層I1とI3間に挟ま

れ、またその絶縁層 I 1、I 3 も第一電極片 P 1 と第二電極片 P 2 に挟まれている。第三間隙層 G 3 はその第一電極片 P 1 と第二電極片 P 2 の A B S に隣接した電極の先端間に挟まれ、磁気ギャップを形成する。書込みの際には、信号電流がコイル層 C を介して導かれ、かつ磁束が第一、第二電極層 P 1、P 2 内に導かれ、その磁束がエアー・ペアリング表面で電極先端を縁取り交差する。この磁束は書込み操作の間に回転ディスク 1 6 上の周回トラックを磁化する。読み取りの際には、回転ディスク 1 6 の磁化された領域は磁束を読み取りヘッドの MR センサ 4 0 内に注入し、MR センサ 4 0 内で抵抗変化を起こす。この抵抗変化は MR センサ 4 0 を横切る電圧変化を検出することにより検出される。この電圧変化はチップ 1 5 (図 2) により処理され、電子部品を駆動し、ユーザ・データに変換される。図 3 に示した複合ヘッド 2 5 は、読み取りヘッドの第二遮蔽層 S 2 が書込みヘッドの第一電極片 P 1 として使用される「併合した」ヘッドである。ピギーバック・ヘッド (図示せず) では、第二遮蔽層 S 2 と第一電極片 P 1 が分離した層である。

【0012】上記した AMR 読取りヘッドを有する通常の磁気記録ディスク・ドライブおよび図 1 から図 3 に関する記載は、本発明を理解するための説明を目的とするものである。ディスク・ドライブは多数のディスクとアクチュエータを有することが可能であり、各アクチュエータは複数のスライダを支持できる。さらに、エアー・ペアリング・スライダの代わりに、ヘッドをディスクと接触あるいは近接させるため液体ペアリングおよび他の接触記録ディスク・ドライブおよび近接記録ディスク・ドライブ内でのようなヘッド・キャリヤでもよい。

【0013】望ましい実施例：本発明は、図 3 の読み書きヘッド 2 5 の MR センサ 4 0 の代わりに MTJ センサを用いた MR 読取りヘッドである。

【0014】図 4 に示した MTJ MR 読取りヘッドは、間隙層 G 1 基板上に形成した底面導電リード 1 0 2 と、間隙層 G 2 の下の上面導電リード 1 0 4 と、その底面導電リード 1 0 2 と上面導電リード 1 0 4 間のスタック層として形成された MTJ 1 0 0 を有する。

【0015】MTJ 1 0 0 は第一電極多層スタック 1 1 0、絶縁トンネル障壁層 1 2 0、上面電極スタック 1 3 0 を有する。各電極はトンネル障壁層 1 2 0 に直接接する強磁性層、つまり強磁性層 1 1 8 あるいは 1 3 2 を有する。

【0016】導電リード 1 0 2 に形成された電極層スタック 1 1 0 は、リード 1 0 2 上に種層あるいはテンプレート層 1 1 2 を有し、その「テンプレート」層 1 1 2 上には反強磁性材料 1 1 6 の層を有し、その反強磁性層 1 1 6 上に形成され、かつ交換結合された「固定」強磁性層 1 1 8 を有する。強磁性層 1 1 8 は、その磁気モーメントあるいは磁化方向が、所望の範囲で印加した磁界の存在下で回転を防止されているので固定層と称され

る。上面電極スタック 1 3 0 は「検出」強磁性層 1 3 2 と、検出層 1 3 2 上に形成した保護層あるいは覆い層 1 3 4 を有する。検出強磁性層 1 3 2 は反強磁性層に交換結合されておらず、その磁化方向は所望の範囲で印加した磁界の存在下で回転自由である。この検出強磁性層 1 3 2 は、その磁気モーメントあるいは磁化方向 (矢印 1 3 3 で示す) がほぼエアー・ペアリング表面 (図 3) に平行に向けられ、かつ所望の範囲で印加した磁界が存在しない中で固定強磁性層 1 1 8 の磁化方向とほぼ直交するように製造される。トンネル障壁層 1 2 0 の直ぐ下の電極スタック 1 1 0 の固定強磁性層 1 1 8 は、直ぐ下の底面電極スタック 1 1 0 の一部をも形成する反強磁性層 1 1 6 と交換結合させることにより固定した磁化方向を有する。この固定強磁性層 1 1 8 の磁化方向はエアー・ペアリング表面にほぼ直交するように向けられ、つまり、図 4 の矢印の尾 1 1 9 で示すように紙面に直交する。

【0017】また、図 4 には検出強磁性層 1 3 2 の磁化を長手方向にバイアスするためのバイアス強磁性層 1 5 0、および検出強磁性層 1 3 2 と MTJ 1 0 0 の他の層からバイアス層 1 5 0 を分離させる絶縁層 1 6 0 が示されている。バイアス強磁性層 1 5 0 は CoPtCr 合金のような硬質磁性材料であり、印加磁界の存在なしで検出強磁性層 1 3 2 の磁気モーメント 1 3 3 と同じ方向に並べられた磁気モーメント (矢印 1 5 1 で示す) を有する。絶縁層 1 6 0 は、望ましくはアルミナ ( $Al_2O_3$ ) かシリカ ( $SiO_2$ ) で、バイアス層 1 5 0 を MTJ 1 0 0 および導電リード 1 0 2、1 0 4 から電気的に絶縁するように充分な厚さを有するが、検出強磁性層 1 3 2 と静磁的に結合 (点線の矢印 1 5 3 で示す) 可能なように充分薄い。バイアス強磁性層 1 5 0 の製品  $M*t$  ( $M$  は強磁性層の強磁性材料の単位面積あたりの磁気モーメントで、 $t$  は強磁性層の厚さである) は、安定した長手方向のバイアスを確実にするため検出強磁性層 1 3 2 の  $M*t$  以上でなければならない。検出強磁性層 1 3 2 で使用される  $Ni_{(100-X)}Fe_X$  ( $X$  は約 19) の磁気モーメントは、 $Co_{15}Pt_{13}Cr_{12}$  のようなバイアス強磁性層 1 5 0 に適した通常の硬質磁性材料の磁気モーメントの約 2 倍なので、バイアス強磁性層 1 5 0 の厚さは少なくとも検出強磁性層 1 3 2 の厚さの 2 倍である。

【0018】図 5 は図 4 の MTJ MR ヘッドの平面図であり、G 2 以上の層を除去し、下にあるヘッドが見えるように上面導電リード 1 0 4 を点線で示してある。一点鎖線 1 6 1 はエアー・ペアリング表面および、MTJ MR ヘッドが製造された後に層をラップ磨きする線を示す。MTJ 1 0 0 はディスク上の記録データのトラック幅に概ね匹敵する幅  $TW$ 、およびラップ磨きの後の最終高さ  $SH$  を有する帯として示されている。実際は、記録データ・トラックの幅は  $TW$  より広い。

【0019】図 6 は、ディスク・ドライブのディスクの

のような磁気記録媒体に隣接した図4、図5に示したMTJ MR読取りヘッドの概略斜視図であり、読取りヘッドの操作を説明するため分離したMTJ 100の要部を示している。ディスク上のトラック幅TWを有するデータ・トラックが、矢印182により示された方向に磁界hを発生する記録データを有するように描かれている。固定強磁性層118は、エアー・ベアリング表面に直交するように、かつ、ディスクからの磁界方向hにほぼ平行あるいは逆平行に向けられた矢印184で示された磁気モーメントを有する。記録データからの印加磁界hの存在下でも、方向184は隣接する反強磁性層116からの界面交換結合により固定される。検出強磁性層132は、エアー・ベアリング表面での検出エッジ(図示せず)と、背面エッジ192と、2個の平行な側面エッジ194、196とを有した、概ね矩形の形を有する。図示のように、MTJ 100の他の層は、層132のエッジに隣接する複数のエッジを有する。強磁性検出層132は、印加磁界の非存在下で矢印133で示されるように、エアー・ベアリング表面およびディスク表面に平行な方向へ向けられた磁気モーメントを有する。バイアス強磁性層150は、検出強磁性層132にほぼ単一の磁気ドメイン状態を付与するために方向133と概ね平行に並べられた、矢印151で示された磁気モーメントを有する。静磁結合がMTJ 100からバイアス層150の硬質磁気材料を電気的に絶縁する絶縁層160を横切るように発生する。

【0020】検出電流Iが第一導電リード102から、反強磁性層116、固定強磁性層118、トンネル障壁層120、検出強磁性層132と直交して導かれ、第二導電リード104を介して出る。前述のように、トンネル障壁層120を流れるトンネル電流量は、トンネル障壁層120に隣接して、接する固定強磁性層118と検出強磁性層132の磁化の相対方向の関数である。記録データからの磁界hは検出強磁性層132の磁化方向を点線の矢印187、189により示されるように、方向133から離れるように回転させる。これは強磁性層118、132の磁気モーメントの相対方向およびトンネル電流量を変える。これは、MTJ 100の電気抵抗の変化として反映させられる。抵抗の変化はディスク・ドライブの電子部品により検出され、ディスクから読み戻されたデータへと処理される。検出電流は電気絶縁層160によりバイアス強磁性層150へ流れるのを防止され、またその絶縁層はバイアス強磁性層150を導電リード102、104から絶縁する。望ましい実施例ではバイアス強磁性層150は両リード102、104から電気的に絶縁させるが、一方のリードおよびトンネル障壁層120から絶縁させる限りリードの他方と接触するように形成させることも可能である。従って、絶縁層160は、検出電流の分流防止を確実にし、MTJ MRヘッドの抵抗に悪影響を与えることもなく、同時に、バ

イアス強磁性層150による検出強磁性層132への静磁結合を可能とする。

【0021】絶縁層160および強磁性層150は3種の異なる析出工程を用いて形成する。初め、第一アルミナ析出工程により絶縁層160の底面部分を形成し、検出強磁性層132(図4)の側面エッジ194、196に形を合わせる。RFスパッタ析出技術をこの絶縁層形成に使用するなら、側壁の絶縁層の厚さは平坦面の厚さに比べて薄くなる。通常、側壁へのスパッタ効率は平坦面に比べて1/2から3/4である。第二に、硬質バイアス強磁性層150はイオン・ビーム析出工程のような、指向性析出技術を用いて形成する。側壁194、196に形を合わせた第一絶縁層形成からのアルミナが、バイアス強磁性層150を検出強磁性層132を絶縁する働きをする。第三に、最終絶縁層析出工程で絶縁層160の上面領域を形成し、バイアス強磁性層150の上面を密閉する。

【0022】第一絶縁層析出厚さは、バイアス強磁性層150を底面リード102と側壁194、196の両方から電気的に絶縁するに充分な数値としなければならない。この絶縁はアルミナの最小厚さ100オングストロームあるいは100乃至500オングストロームの範囲で得ることができる。第二絶縁層の析出厚さは上面リード104からバイアス強磁性層150を電気絶縁するに充分でなければならない。この絶縁はアルミナの厚さ100乃至500オングストロームの範囲で得ることができる。

【0023】絶縁層160を形成する第一絶縁層および第二絶縁層の析出厚さは様々な要因で限定される。第一に、上面リード構造104を絶縁層160およびMTJ 100構造に形を合わせるため、第一析出および第二析出工程での厚さの合計はMTJ 100構造の全厚に近くなければならない、すなわち2Xより大きくなり、理想的には1Xに近い。第二に、バイアス強磁性層150からの静磁結合磁界が検出強磁性層132に効率的に相互作用を行うためには、絶縁層160を形成する第一アルミナ析出工程での厚さは第一間隙と第二間隙(G1とG2)の厚さよりかなり小さくなくてはならない。さもなければ、静磁界がセンサの第一遮蔽および第二遮蔽(S1とS2)に引きつけられることになる。通常の高密度センサは1000オングストロームの範囲のG1とG2を有するように作られるので、絶縁層の第一部の厚さは500オングストロームの範囲内にあり、スパッタ効率のために側壁194、196の絶縁覆いが250から400オングストロームの範囲となる。明らかに、電気絶縁を傷つけるという犠牲を負うことなく、この値を最小にすることにより強磁性結合効率が改良される。すなわち、2つの分離したアルミナ析出工程により形成される絶縁層160は、バイアス強磁性層150をMTJ 100構造の検出強磁性層132から電気的に絶縁する役

割を果たす。これら2層間の強磁性結合の程度は、これら2つの析出工程での厚さにより決定され、自由層および強磁性バイアス層間の絶縁完全性を損なう極端な状態とはせず、また第一、第二間隙の厚さに対してこの厚さが最小とされる時に最良である。

【0024】MTJ100用の材料の代表的な組合せ(図4)について説明する。MTJ100の層全ては、基板の表面に平行に印加した磁界の存在下で成長させられる。その磁界は全ての強磁性層の容易軸を配向するための役割を果たす。5nmのTa種層(図示せず)が初め、底面導電リード102の役割を果たす10-50nmのAu層上に形成される。その種層は、面心立方晶形(fcc)Ni<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub>テンプレート層の成長を促進する物質から成る。テンプレート強磁性層112は反強磁性層116の成長を促進する。望ましい種層材料はCuのようなfcc金属、同様に、Taあるいは3-5nmTa/3-5nmCuのような層の組合せである。MTJベース電極スタック110は、10-20nmAu層102上のTa種層に成長させた4nmNi<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub>/10nmMn<sub>50</sub>Fe<sub>50</sub>/8nmNi<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub>(112、116、118層)のスタックから成る。Au層102は基板として役割を果たすアルミナ間隙材料G1上に形成する。次に、トンネル障壁層120を析出および0.8-2nmAl層をプラズマ酸化することにより形成する。これはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>絶縁トンネル障壁層120を作る。上面電極スタック130は5nmNi-Fe/1nmTaスタック(132、134層)である。Ta層134は防護被覆層として作用する。上面電極スタック130は、上面導電リード104として作用する20nmAu層によって接触が行われる。

【0025】電流はMTJ100の層に直交して通るので、MTJ装置の抵抗はトンネル障壁層120の抵抗により大きく左右されることになる。従って、導電リード102、104の単位面積あたりの抵抗は、電流が層と平行に流れる従来のMR読取りヘッドに比べてはるかに高くすることができる。このように、リード102、104は従来のMRヘッド構造より薄く、かつ/あるいは狭く作ることができ、また/さもなければ合金あるいは複数の素子の組合せのような本来大きな抵抗のある材料で作ることができる。

【0026】底面電極スタック110の層は平滑であり、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>トンネル障壁層120は接合を電気的に短絡する可能性のあるピンホールがないことが重要である。例えば、金属の多層スタックにおける良好な巨大磁気抵抗効果を得るために公知のスパッタ技術による成長が望ましい。MTJ100では、固定強磁性層118および検出強磁性層132のそれぞれの磁気モーメントの方向は、印加磁界ゼロにおいて互いにほぼ直交している。固定層118のモーメントの方向は、反強磁性層116の交換異方性磁界の方向により大きく左右される。

検出層132のモーメントの配向は、強磁性層自身の固有の異方性やこの層の形状などを含む複数の要因に影響される。固有の磁気異方性は、固定層118の磁化方向の磁界に対して直角に設けた小さな磁界において析出することにより検出層132内に誘導することができる。検出層の長さ(TW)を高さより長く選択することにより、形状異方性が検出層の磁気モーメントを固定層118の磁気モーメントに直交して配向することになる。従って、固有の異方性および形状異方性は固定層の磁気モーメントにたいする検出層の磁気モーメントの適切な配向を助長するように配置することが可能である。しかし、これらの異方性のどちらもMTJ MRヘッドの適切な操作に対して本質的ではない。検出層132のモーメントの適切な配向はバイアス強磁性層150のみの存在により行うことが可能である。検出層132の磁気歪みは、製造プロセスにより誘発されるこの層のいかなる歪みも磁気異方性を導かないように、(Ni-Fe合金の組成を選択して)ゼロに近づけるように設定する。

【0027】別の検出強磁性層132では、層132の大部分が低い磁気歪みのNi<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>(Xは約19)のような物質を有する、検出強磁性132とトンネル障壁層120との界面でCoあるいはCo<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>あるいはNi<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>(Xは約60)の薄い層から構成することも可能である。CoあるいはCo<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>あるいはNi<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>(Xは約60)の薄い界面層を有する、このタイプの検出層の最終的な磁気歪みは、層132の大部分の組成を僅かに変えることによりゼロに近い値を有するように設定する。別の固定強磁性層118は、トンネル障壁層120との界面でCoあるいはCo<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>あるいはNi<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>(Xは約60)の薄い層を有する大容量のNi<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>層を多量に有することも可能である。最大信号はCoで、あるいは最高分極のNi<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>(Xは約60)あるいはCo<sub>(100-X)</sub>Fe<sub>(X)</sub>合金(Xは約70)で得られる。界面層は最適には約1-2nm厚である。組み合わせた層の最終的な磁気歪みは組成を僅かに変えることによりゼロに近づけるように設定する。層118の大部分がNi-Feなら、組成はNi<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub>であり、大部分がNi-Feの組成は磁気歪みゼロである。

【0028】Fe-Mn反強磁性層116はNi-Mn層、あるいは固定層118の強磁性材料を交換バイアスし、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>障壁層の抵抗より実質的に小さい抵抗を有する他の適切な反強磁性層で換えることができる。同様に、固定強磁性層118の安定性は、薄い金属層により分離された、Ni、Co、Ni-Fe合金、Co-Fe合金、あるいはNi-Fe-Co三元合金のような2つの磁性層の積層から形成することにより増大させることができる。この構造は2つの磁性層の反強磁性結合とする。このタイプの積層固定層はIBM社の米国特許、USP 5,

465,185に記載されている。

【0029】MTJ MR読み取りヘッド製造プロセス：本発明によるMTJ MR読み取りヘッドを製造するプロセスについて、図7から図20を参照に説明する。この一連の説明図では、左の図（図7、図9、図11、図13、図15、図17、図19）は個々の層を析出させ、パターンを形成した層の断面を示し、右側の図（図8、図10、図12、図14、図16、図18、図20）は対応の平面図であり、図5に示したようなMTJ MR読み取りヘッドを最終的に作成するためのリソグラフ・パターン形成を示している。

【0030】このプロセスの説明を容易にするため、MTJ100を作る個々の層は図7から図20では示してなく、これら一連の層はMTJとして個々に示す。層が設けられる基板（図示せず）はG1アルミナ層である。薄膜成長は室温で、その基板を用いてアルゴン（Ar）ガスでマグネットロン・スパッタリングにより行われる。スパッタ成長が非常に平滑な薄膜を作るよう注意を払う必要がある。基板の面方向（および図面の左から右への方向）の磁界方向で20-1000eの印加磁界を用い、磁性層が成長する際に磁気異方性を磁性層に誘導する。MTJ100の形成の一部として、トンネル障壁層120になるアルミニウム層を析出させ、続いて100mTorrの酸素圧と25W/cm<sup>2</sup>の電力密度で30-240秒間、プラズマ酸化を行う。これによりアルミナのトンネル障壁層120が形成する。アルミニウム層のプラズマ酸化は、このプロセスの真空を中断することなく行われる。

【0031】MTJ装置の作動にとって本質的ではないが、固定強磁性層と検出強磁性層をおおよそ直交する磁界内で析出することにより、両強磁性層に適切な磁気異方性を誘導する利点がある。MTJ100の検出強磁性層132の析出の前で、アルミナのトンネル障壁層120の形成後、基板を基板平面において約90°回転させて印加磁界に対してほぼ横切るようにする。あるいは、外部印加磁界を回転させることもできる。

【0032】図4に示されたMTJ装置はMTJ100の底面上に固定強磁性層を有するが、トンネル障壁層に続いて検出強磁性層を初めに析出し、固定強磁性層、そして反強磁性層を析出してMTJ装置を形成することもできる。こうしたMTJ装置は図4に示したMTJ100とは逆の層を有することになる。

【0033】製造プロセスは図7で、底面リード102とMTJ100（上面覆い層134を含む）の連続的析出で開始する。次に、これらの層は図8に示されるように底面導電リード102の形状にパターン形成する。図9に示す、次の工程では、リソグラフを用いてMTJ100のトラック幅TWを形成する。図9に示すように、ポジ型フォトレジスト190がリード102およびMTJ100に塗布されて、そのトラック幅を形成するため

に現像される。続いて、島になっている部分を導電リード層102へとイオン・ミリングによりMTJ100から除去する。保護層134用に適切な材料を選択することにより、残りのMTJ層をイオン・ミリングする前に保護層134を反応性イオン・エッティングすることもできる。

【0034】次に、図11から図12に示すように、第一アルミナ絶縁層160、CoPtCr硬質バイアス強磁性層150、第二アルミナ絶縁層160をフォトレジスト190の開口部を通して析出させ、電気的に絶縁した長手方向にバイアスする材料の島を残し、バイアス強磁性層150を形成する。第一、第二アルミナ層160は、導電リード102およびMTJ100のエッジを全面的に覆い、それぞれ100から500オングストロームの厚さを形成するようにするため、RFスパッタリングにより形成するのが望ましい。このプロセスは、検出電流が硬質バイアス層150を通じて分流を作らないことが重要なので、高い完全さを有する絶縁体を得る。硬質バイアス層150はCoPtCr合金が望ましく、イオン・ビーム・スパッタ析出のような指向性析出プロセスにより指向性をもって形成するのが望ましい。そうすることで、エッジの重なりがなく、検出層132の厚さの約2倍の厚さが析出する。フォトレジスト190とその上面のアルミナと硬質バイアス層を取り除き、磁気トンネル接合（トラック幅TWを形成）の側面エッジに設けた硬質バイアス強磁性層150の電気絶縁領域が得られる（図13、図14）。つぎに、リソグラフィを用いて、フォトレジスト191の塗布とバタン処理によりMTJ100の第一帯状部（ラップ処理以前）を形成する（図15、図16）。そしてイオン・ミリングを導電リード102へ向けて行い、続けて、追加のアルミナ140の析出を行い、図17、図18に示すような構造が得られる。その上面のフォトレジスト191とアルミナ140を除去し、図19、図20に示す構造を残す。これはMTJ MRヘッド構造の製造が実質的に完成しており、導電リード102への開口経路のみ必要であり、さらにMTJ100の上面に上面導電リード104を積層する。

【0035】MTJ装置の対称的な出力特性を得たため、強磁性検出層132の磁化方向133は図4に示した方向、つまり、横切らない部材の長手方向に沿って維持しなければならない。これは、検出強磁性層と固定強磁性層間の強磁性結合磁界H<sub>fc</sub>を固定強磁性層からの消磁磁界H<sub>d</sub>とバランスを取ることにより達成される。MTJ装置では、トンネル電流はその構造の層に向かって通常流れしており、薄膜内の電流からほとんど磁界は誘導されないと注意すべきである。H<sub>fc</sub>は数Oeから20乃至500eの幅で変化可能である。H<sub>d</sub>はセンサのジオメトリ、つまり最終帯状部分の高さSHおよび固定強磁性層の厚さt、また固定強磁性層の磁化Mに依存

し、かつ  $[ (t / SH) \times M ]$  に応じて変化する。従つて、 $t = 50$  オングストローム、 $SH = 10,000$  オングストローム、 $M = 8000$  Oe の時、 $H_d$  は  $400$  Oe のレンジである。センサのジオメトリと界面の特性を変えることにより、 $H_d$  を  $H_{Fe}$  に一致させることができある。これら 2 つの力のバランスを取る一方法は両磁界を最小とするセンサを設計することである。 $H_d$  は、前述の IBM 社による米国特許第 5,465,185 号に記載のラミネートした逆平行の固定層を使用することにより最小にすることが可能である。この層の最終的な磁気モーメントは 2 枚のピン留めの薄膜間の差に等しく、この差は約 5 オングストロームであり、 $H_d$  は約  $40$  Oe に低下させられる。 $H_{Fe}$  へ低下させるために一方がその界面を最適にすることが可能である。

【0036】リード 104 がパターン形成され、MTJ MR ヘッド構造が実質的に完成した後、固定強磁性層 118 の磁化を適切な方向へ並べる必要がある。固定強磁性層 118 と交換結合するための Fe-Mn 層 116 は析出させた時は反強磁性である。しかし、その磁化が、固定強磁性層 118 を適切な配向に交換結合できるように再度並べなくてはならない。この構造体をアニール炉に入れ、温度を約  $180^{\circ}\text{C}$  に上げる。この温度は Fe-Mn のブロッキング温度より高い。この温度で、Fe-Mn 層は固定強磁性層 118 との交換異方性を生じることはない。強磁性層 118 の交換異方性は磁界の中で層 116 と 118 の対を冷却することにより作り出される。固定強磁性層 118 の磁化の配向は印加磁界の方向に沿うことになる。従って、このアニール炉での印加磁界は図 6 の矢印 184 で示すように、固定強磁性層 118 のモーメントをエア・ベアリング表面に直交した必要な方向に沿って固定させる。これは所望の方向で、印加磁界により磁化された、強磁性層 118 の存在で Fe-Mn 層を冷却した結果である。従って、記録媒体からの印加磁界の存在で Fe-Mn のブロッキング温度より下の温度では、固定強磁性層 118 の磁化は実質的に回転しない。

【0037】この装置の MTJ 100 の最終的な帯部の高さ SH は、リソグラフにて形成した前部検出エッジを最終的な寸法に線 161 までラップ処理することにより形成され、図 4、図 5 に示した構造を完成する。

【0038】MTJ 装置の詳細な説明を、MR 読取りヘッドとして使用する例をあげながら上記のように行つた。しかし、本発明は、ソリッド・ステート・メモリ配列におけるメモリ・セルとして使用される MTJ 装置に全面的に応用できる。この応用では、固定強磁性層は検出強磁性層の磁化方向に平行、あるいは逆平行となるように印加磁界の存在なしで、固定した望ましい磁化方向を有し、電気絶縁した強磁性バイアス層により長手方向にバイアスされている。メモリ・セルが書き込み電流から発生した印加磁界により「書き込まれる」時、検出強磁

性層の磁化方向は  $180$  度回転させられる。そして、検出回路が電気抵抗を検出することによりメモリ・セルが「1」あるいは「0」かを判定する。それは、強磁性層が平行か逆平行に並べられているかによる。

【0039】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0040】(1) 内蔵の電気抵抗の変化を検出する検出回路に接続するための磁気トンネル接合装置において、基板と、上記基板上に形成した第一導電リードと、

10 上記第一導電リード上に形成し、印加磁界の存在なしで望ましい方向に固定した磁気モーメントを有する固定強磁性層と、その固定強磁性層に接した絶縁トンネル障壁層と、その絶縁トンネル障壁層に接し、ほぼ矩形形状をして 2 つの反対側のエッジを有する検出強磁性層とを有する、上記第一リード上に形成した磁気トンネル接合スタッフと、上記時期トンネル接合スタッフに接触し、かつ該スタッフ上に形成した第二導電リードと、上記検出強磁性層の側面エッジから離され、上記スタッフの対向する側面上の上記基板上に形成したバイアス強磁性層で 20 あり、該バイアス強磁性層は印加磁界の存在なしで該バイアス強磁性層のモーメントとほぼ同じ方向に上記検出強磁性層の磁気モーメントをバイアスするための磁気モーメントを有し、上記バイアス強磁性層と上記検出強磁性層を、該検出強磁性層の側面エッジで互いに接触状態から分離する電気絶縁層とを有し、よって、上記複数の導電リードを上記検出回路に接続させると、上記スタッフの層を直交して電流が流れるための電気抵抗が上記固定および検出強磁性層の相対的磁気モーメントにより決定され、また検出電流は上記絶縁層によって上記バイアス強磁性層に分流するのを防止されることを特徴とする磁気トンネル接合装置。

(2) 上記固定および検出強磁性層の磁気モーメントは印加磁界の存在なしで互いにほぼ平行あるいは逆平行に配向されたことを特徴とする、上記(1)に記載の磁気トンネル接合装置。

(3) 上記固定および検出強磁性層の磁気モーメントは印加磁界の存在なしで互いに直角に配向されたことを特徴とする、上記(1)に記載の磁気トンネル接合装置。

(4) 上記絶縁層も上記複数のリードの少なくとも 1 つ 40 から上記バイアス強磁性層を電気絶縁することを特徴とする、上記(1)に記載の磁気トンネル接合装置。

(5) 上記第一導電リードは底面リードであり、上記磁気トンネル接合スタッフは上記固定強磁性層が上記第一導電リードに電気的に接続するように上記基板上に形成され、また、上記第二導電リードは上面リードであり、上記検出強磁性層と電気的に接していることを特徴とする、上記(1)に記載の磁気トンネル接合装置。

(6) 上記第一導電リードは底面リードであり、上記磁気トンネル接合スタッフは上記検出強磁性層が上記第一導電リードに電気的に接続するように上記基板上に形成

され、また、上記第二導電リードは上面リードであり、上記固定強磁性層と電気的に接していることを特徴とする、上記(1)に記載の磁気トンネル接合装置。

(7) 上記スタックの全ての層は、隣接する側面エッジとほぼ同じ矩形形状を有することを特徴とする、上記(1)に記載の磁気トンネル接合装置。

(8) 上記磁気トンネル接合スタックは、界面交換結合により上記望ましい方向に上記固定強磁性層の磁気モーメントを固定するための固定強磁性層と接する反強磁性層をさらに有することを特徴とする、上記(1)に記載の磁気トンネル接合装置。

(9) 媒体に磁気的に記録されたデータを検出するための磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッドにおいて、基板と、上記基板上に形成した固定強磁性層を有し、該固定強磁性層の磁化方向は上記媒体からの印加磁界の存在下で回転をほぼ防止されるような望ましい方向に固定された、第一電極と、印加磁界の存在がない固定強磁性層の磁化方向にほぼ直角の方向に配向され、上記媒体からの印加磁界の存在下で回転自在となる磁化方向を有する検出強磁性層を有する第二電極と、上記固定および検出強磁性層にほぼ直角の方向にトンネル電流を流すことを可能とする、上記固定および検出強磁性層間に設けた絶縁トンネル障壁層と、印加磁界の存在なしで上記固定強磁性層の磁化方向とほぼ直角に上記検出強磁性層の磁化方向を長手方向にバイアスするためのバイアス強磁性層と、上記検出層から上記バイアス層を電気的に絶縁するための、上記バイアス強磁性層と検出強磁性層の間に設けた電気絶縁層と、上記絶縁層により上記バイアス層から電気的に絶縁され、上記各々の電極に接続された、一対の導電リードとを有し、検出電流が上記電極間を通過すると、該電流は上記バイアス層を通ることなく上記絶縁トンネル障壁層をほぼ直交に通ることを特徴とする、磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッド。

(10) 界面交換結合により上記固定強磁性層の磁化方向を固定するため、上記固定強磁性層と接する反強磁性層をさらに有することを特徴とする、上記(9)に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッド。

(11) 上記導電リードの一方を上記基板上に形成し、かつ、上記反強磁性層を上記基板と上記固定強磁性層間で上記基板上に形成し、上記固定強磁性層は上記反強磁性層上に接触して形成し、それにより上記固定強磁性層の磁化方向は上記反強磁性層との界面交換結合により固定されることを特徴とする、上記(9)に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッド。

(12) 上記導電リードの一方を上記基板上に形成し、かつ、上記第二電極を該導電リードの一方上に形成し、上記基板と上記絶縁トンネル障壁層の間に設けたことを特徴とする、上記(9)に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッド。

(13) 上記検出強磁性層は、上記媒体に向けて配向し

た検出エッジと、該検出エッジにはほぼ平行で上記媒体から離した背面エッジと、2つのほぼ直交する側面エッジを有するほぼ矩形の周辺を持っており、また、上記バイアス強磁性層は上記2つの側面エッジに隣接し、上記絶縁層により該側面エッジから分けられており、それにより検出強磁性層の磁化方向は上記検出エッジにはほぼ平行な方向に長手にバイアスされることを特徴とする、上記(9)に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッド。

10 (14) 上記固定強磁性層、上記トンネル障壁層、上記検出強磁性層は、該固定強磁性層とトンネル障壁層が該検出強磁性層の矩形エッジとほぼ同一面のエッジを有する層のスタックとして形成され、また、上記絶縁層は該スタックを上記バイアス強磁性層と導電リードから電気的に絶縁することを特徴とする、上記(11)に記載の磁気トンネル接合磁気抵抗読み取りヘッド。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるMTJ MR読み取りヘッドを使用する従来の磁気記録ディスク・ドライブの簡単な説明図である。

【図2】図1のディスク・ドライブのカバーを取り除いた状態の平面図。

【図3】シールド間に設け、誘導書き込みヘッドに隣接したMR読み取りヘッドを有する従来の誘導書き込みヘッド/MR読み取りヘッドの縦断面図。

【図4】本発明によるMTJ MR読み取りヘッドの断面図。

【図5】本発明によるMTJ MR読み取りヘッドの平面図。

30 【図6】検出強磁性層の長手方向バイアスを提供するための構造を含む、種々の材料の層の配置を説明するための図4、図5のMTJ MR読み取りヘッドの斜視図。

【図7】本発明のMTJ MR読み取りヘッドの製造の一工程を示す概略断面図。

【図8】図7に対応する製造工程を示す概略平面図。

【図9】本発明のMTJ MR読み取りヘッドの製造の一工程を示す概略断面図。

【図10】図9に対応する製造工程を示す概略平面図。

40 【図11】本発明のMTJ MR読み取りヘッドの製造の一工程を示す概略断面図。

【図12】図11に対応する製造工程を示す概略平面図。

【図13】本発明のMTJ MR読み取りヘッドの製造の一工程を示す概略断面図。

【図14】図13に対応する製造工程を示す概略平面図。

【図15】本発明のMTJ MR読み取りヘッドの製造の一工程を示す概略断面図。

【図16】図15に対応する製造工程を示す概略平面図。

【図17】本発明のMTJ MR読み取りヘッドの製造の一工程を示す概略断面図。

【図18】図17に対応する製造工程を示す概略平面図。

【図19】本発明のMTJ MR読み取りヘッドの製造の一工程を示す概略断面図。

【図20】図19に対応する製造工程を示す概略平面図。

【符号の説明】

- 10 ベース
- 11 カバー
- 12 ディスク・ドライブ・モータ
- 13 ガスケット
- 14 アクチュエータ
- 16 磁気記録ディスク
- 18 ハブ
- 20 エアー・ベアリング・スライダ
- 22 アーム
- 24 サスペンション
- 25 トランステューサ

40 MRセンサ

G1 間隙層

G2 間隙層

100 MTJ

102 底面導電リード

104 上面導電リード

110 第一電極多層スタック

112 種層

116 反強磁性層

118 強磁性層

120 絶縁トンネル障壁層

130 上面電極スタック

132 検出強磁性層

133 磁化方向あるいは磁気モーメント

134 保護層

140 追加アルミナ層

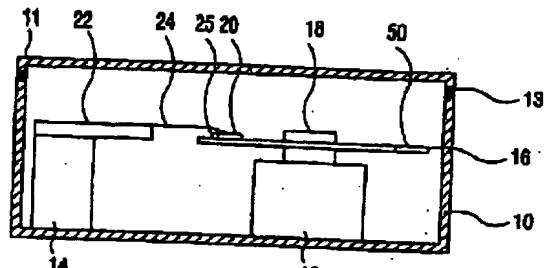
150 バイアス強磁性層

160 絶縁層

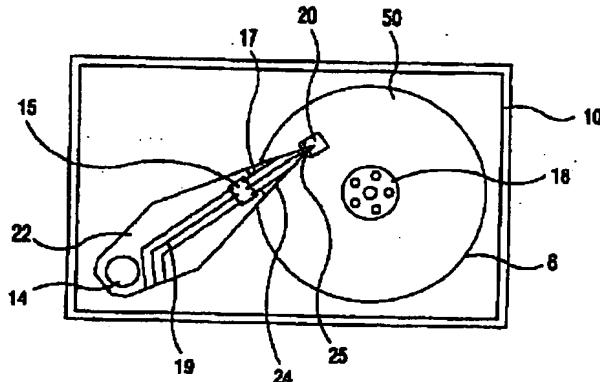
190 フォトレジスト

20

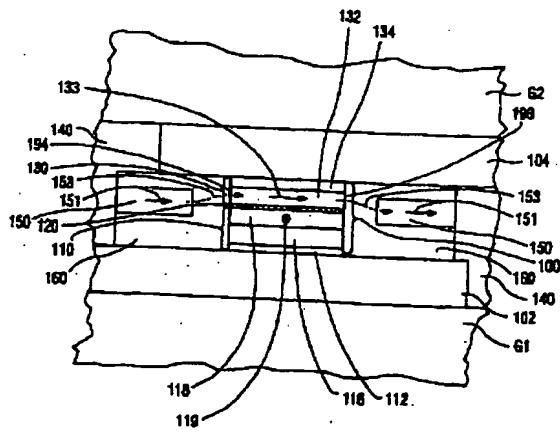
【図1】



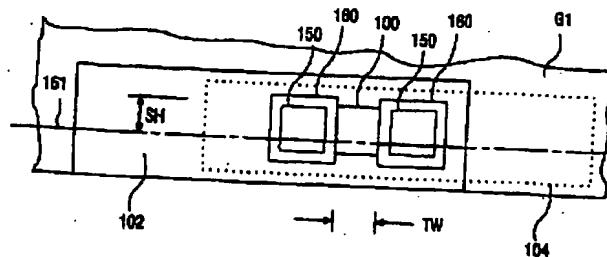
【図2】



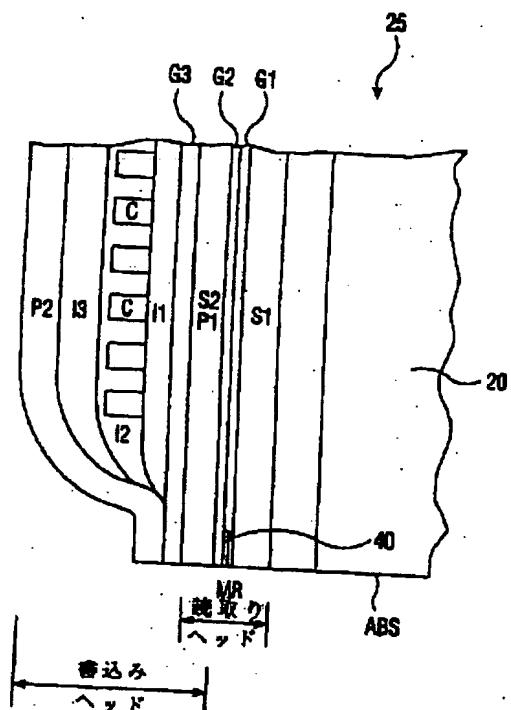
【図4】



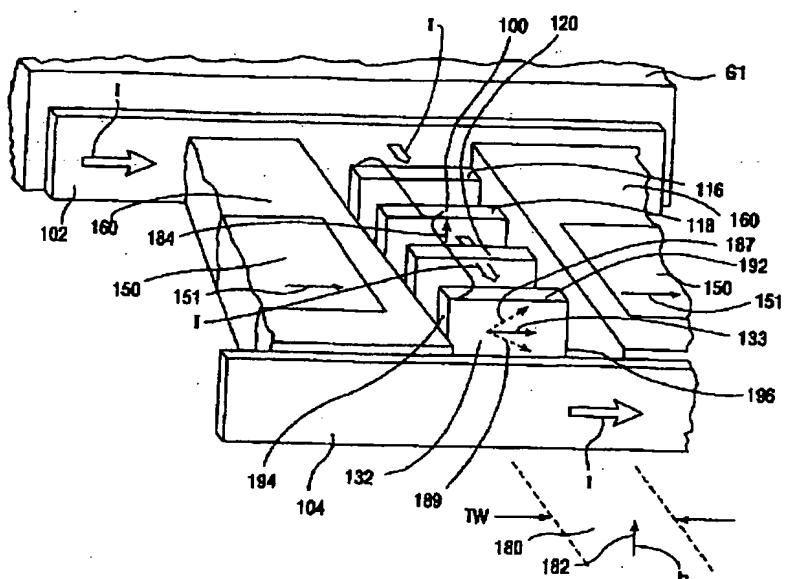
【図5】



【図3】



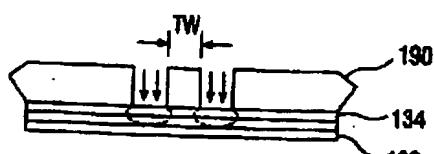
【図6】



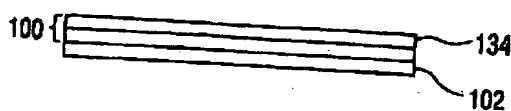
【図8】



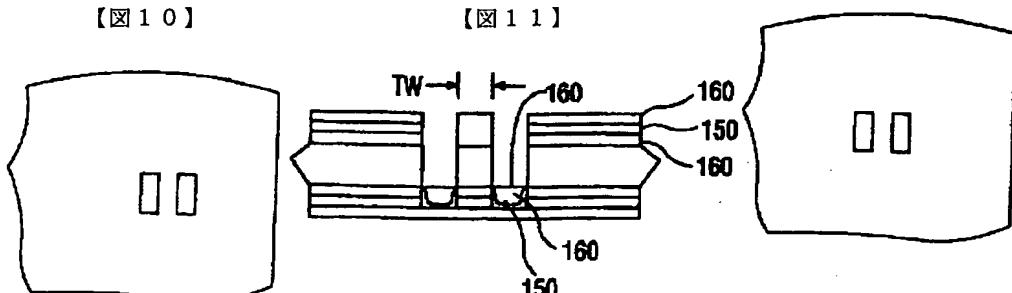
【図9】



【図7】



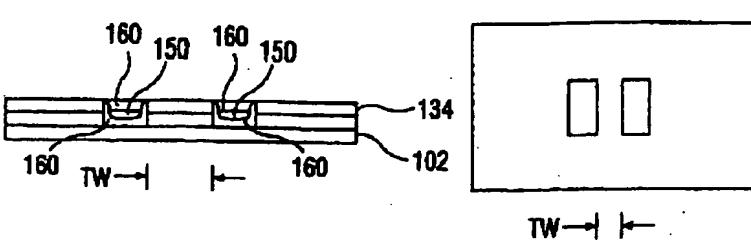
【図12】



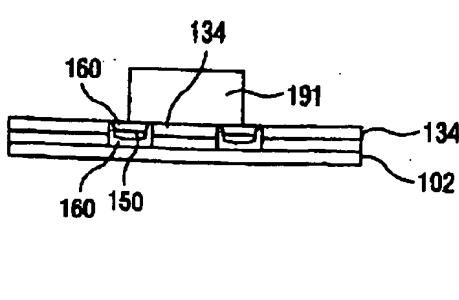
【図10】

【図11】

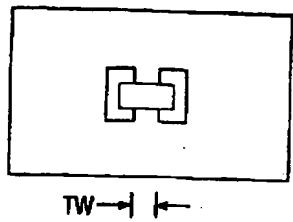
【図15】



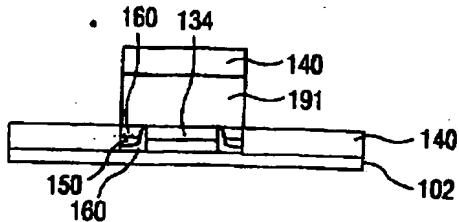
【図14】



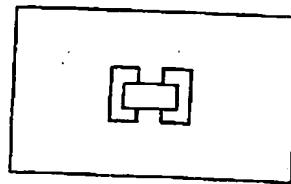
【図16】



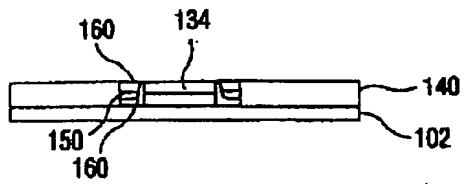
【図17】



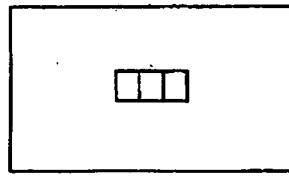
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 スチュアート・ステファン・バップウォース・パーキン  
 アメリカ合衆国95123、カリフォルニア州、  
 サンノゼ、ロイヤル・オーク・コート  
 6264